

DERWENT-ACC-NO: 1996-414000

DERWENT-WEEK: 199642

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Auto-stereoscopic display with  
monitor - has observer  
head tracking device, giving parallel  
shift or  
perpendicular shift to display  
element depending on  
direction of movement

PATENT-ASSIGNEE: ZEISS FA CARL[ZEIS]

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	MAIN-IPC
DE 29612054 U1		September 12, 1996	N/A
017	H04N 013/04		

INT-CL (IPC): G02B027/22, H04N013/04

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 29612054U

BASIC-ABSTRACT:

Appts. comprises a flat display (liquid crystal) (1) and a cylindrical lens array (2) on the observer's side of the display. The dimensions of the individual cylindrical lenses chosen in dependence upon the distance between the pixels on the monitor and the distances between the array and the monitor.

The monitor is fitted in a plate (3) with a drive motor (4) behind it for changing the distance between the monitor screen and the lens array. The drive is transmitted through a belt (6) to a threaded spindle (5), then to a nut (10) and the carriage (7) that supports the drive (11) for moving the array parallel

to the plane of the array.

USE/ADVANTAGE - Suitable for video displays in general and  
also for endoscopes.  
Stereoscopic display maintained in real time.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/6

TITLE-TERMS: AUTO STEREOSCOPIC DISPLAY MONITOR OBSERVE HEAD  
TRACK DEVICE

PARALLEL SHIFT PERPENDICULAR SHIFT DISPLAY  
ELEMENT DEPEND DIRECTION  
MOVEMENT

DERWENT-CLASS: P81 S05 W02 W03

EPI-CODES: S05-D01C5A; S05-D04; W02-F03B; W03-A08E;  
W03-A12A;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-348507



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **G** brauchsmust r  
⑩ **DE 296 12 054 U 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H04 N 13/04**  
G 02 B 27/22

⑪	Aktenzeichen:	296 12 054.5
⑫	Anmeldetag:	11. 7. 96
④7	Eintragungstag:	12. 9. 96
④3	Bekanntmachung im Patentblatt:	24. 10. 96

DE 296 12 054 U 1

⑦3 Inhaber:  
Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

⑤4 Autostereoskopisches Display

DE 296 12 054 U 1

Beschreibung:

### Autostereoskopisches Display

In der US-A-5 083 199 ist ein autostereoskopischer Monitor beschrieben, der im wesentlichen aus einem Flüssigkristalldisplay mit einem zwischen dem Flüssigkristalldisplay und dem Beobachter zwischengeschalteten Array zylindrischer Linsen besteht. Mit einem derartigen System ist eine stereoskopische Darstellung ohne weitere Hilfsmittel, wie beispielsweise Polarisations- oder Shutterbrillen, möglich. Dazu wird von Spalte zu Spalte des Flüssigkristalldisplays abwechselnd die Bildinformation des linken Stereoteilbildes und die des rechten Stereoteilbildes dargestellt. Durch geeignete Ausgestaltung des Linsenarrays entsteht im Beobachtungsraum eine Zone, in der aufgrund der Linsenwirkung des Linsenarrays das rechte Beobachteraue nur die Information des rechten Teilbildes und das linke Beobachteraue nur die Information des linken Teilbildes erhält. Diese Stereozone ist sowohl in der horizontalen Richtung, d.h. parallel zur Ebene des Linsenarrays und senkrecht zur Zylinderachse der Einzellinsen, als auch in Tiefenrichtung, d.h. bezüglich des Abstandes des Beobachters vom Linsenarray, begrenzt. Um bei einer Bewegung des Beobachters ein Verlassen der Stereozone zu vermeiden, ist in der US-A-5 083 199 weiterhin bereits vorgeschlagen worden, die Kopfposition des Beobachters mittels eines sogenannten "head trackers" zu bestimmen und Linsenarray und Flüssigkristalldisplay relativ zueinander so zu verschieben, daß innerhalb eines größeren Bereiches die Stereozone mit der Kopfposition des Beobachters übereinstimmt. Nähere Angaben darüber, wie die Bewegung des Linsenrasters in Abhängigkeit von der Kopfposition des Beobachters erfolgen soll, sind jedoch nicht enthalten.

Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung, den bekannten autostereoskopischen Monitor dahingehend weiter zu entwickeln, daß eine Nachführung des Arrays in Echtzeit möglich ist. Dieses Ziel wird erfindungsgemäß durch ein autostereoskopisches Display mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte

11.07.98

Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

Beim erfindungsgemäßen autostereoskopischen Display erfolgt die Nachführung des Arrays derart, daß im Falle einer Bewegung des Beobachters parallel zum Array, senkrecht zu den Zylinderachsen der zylindrischen Strukturen eine reine Parallelverschiebung des Arrays in der Ebene des Arrays, senkrecht zu den Zylinderachsen der zylindrischen Strukturen erfolgt und daß bei einer Bewegung des Beobachters senkrecht zur Ebene des Arrays eine reine Bewegung des Arrays senkrecht zur Ebene des Arrays erfolgt. Durch diese Maßnahme können die Bewegungsgleichungen für das Array in Abhängigkeit von der Position des Beobachters für die beiden zueinander senkrechten Richtungen voneinander entkoppelt werden, so daß zwei voneinander unabhängige Gleichungen für die Bewegung des Arrays parallel zur Ebene des Arrays und senkrecht zur Ebene des Arrays resultieren. Durch diese Entkopplung der Bewegungsgleichungen ist eine Berechnung der erforderlichen Position des Arrays mit einem handelsüblichen PC in Echtzeit möglich.

Die Bewegungshübe in den beiden zueinander senkrechten Richtungen des Arrays in Abhängigkeit von den entsprechenden Bewegungshüben des Beobachters erfolgt dabei vorzugsweise derart, daß die durch die Kopfposition des Beobachters und einen beliebigen Hauptpunkt jeder Linse des Arrays definierte Achse stets im selben Punkt auf den Monitor trifft.

Eine Bewegung des Beobachters parallel zu den Zylinderachsen der zylindrischen Strukturen führt dagegen nicht zu einer Nachführung des Arrays.

Beim Einschalten des autostereoskopischen Displays nach der Erfindung erfolgt stets eine Initialisierung des Systems derart, daß das Array stets in der selben Ausgangsstellung relativ zum Monitor positioniert ist. Ausgehend von dieser Ausgangsstellung wird nachfolgend das Array entsprechend der aktuellen Kopfposition des Beobachters nachgeführt. Die

11.07.98

Nachführung des Arrays erfolgt dabei mit Motoren, die Positionsrückmelder, beispielsweise in Form von Inkrementalgebern aufweisen.

Bei einem weiterhin vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung umschließt die Mechanik für die Nachführung des Arrays das Display. Die Antriebe und die Führungen für die Nachführung sind hinter dem Monitor, d.h. auf der vom Beobachter abgewandten Seite des Monitors, angeordnet und die Bewegung der Antriebe wird über Gestänge auf das beobachtungsseitig des Monitors angeordnete Array übertragen.

Nachfolgend werden Einzelheiten der Erfindung anhand des in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

- Figur 1 einen Vertikalschnitt durch ein autostereoskopisches Display nach der Erfindung;
- Figur 2 eine Prinzipskizze zur Veranschaulichung des Prinzips der autostereoskopischen Beobachtung;
- Figur 3 eine Prinzipskizze zur Veranschaulichung der Bewegung des Linsenrasters in Abhängigkeit von der Kopfposition des Beobachters;
- Figur 4 ein Diagramm der Strahlengänge bei einer Kopfbewegung des Beobachters parallel zur Ebene des Arrays;
- Figur 5 ein Diagramm der Strahlengänge bei einer Abstandsänderung des Beobachters vom Display; und
- Figur 6 ein Blockschaltbild eines autostereoskopischen Displays nach der Erfindung.

Das autostereoskopische Display in Figur 1 umfaßt ein Flachdisplay (1), beispielsweise ein LCD-Display, mit einem beobachtungsseitig des Flachdisplays angeordneten Array mit zylindrischen Struktuen, beispielsweise ein Zylinderlinsenarray

11.07.98

(2). Die Dimensionierung der einzelnen Zylinderlinsen des Arrays (2) in Abhängigkeit vom Spaltenabstand der Pixel des Monitors (1) und die in Frage kommenden Abstände zwischen dem Array und dem Monitor (1) sind beispielsweise aus der eingangs zitierten US-A-5 083 199 bekannt, auf die bezüglich dieser Details verwiesen sei.

Am Monitor (1) ist eine den Monitor nach hinten u-förmig umschließende Trägerplatte (3) aufgenommen. Auf der vom Linsenarray (2) abgewandten Seite des Monitors (1) ist die gesamte Mimik für die Bewegung des Linsenarrays (2) relativ zum Monitor (1) angeordnet. Das Linsenarray (2) wird dabei sowohl parallel zur Ebene des Arrays, senkrecht zur Richtung der Zylinderachsen der Zylinderlinsen (x-Richtung) als auch senkrecht zur Ebene des Arrays (2) (z-Richtung) bewegt. An der Trägerplatte (3) ist der Antriebsmotor (4) für die Abstandsänderung zwischen dem Monitor (1) und dem Linsenarray (2) aufgenommen. Die Bewegung des Antriebsmotors (4) wird über einen Zahnriemen (6) auf eine Gewindespindel (5) übertragen, die in etwa zentriert zum Monitor (1) im u-förmigen Träger (3) gelagert ist. Die Bewegung der Gewindespindel (5) wird über eine Spindelmutter (10) auf einen Zwischenträger (7) übertragen, der wiederum senkrecht zur Ebene des Arrays (2) beweglich mittels Wellen (8) und Kugelbüchsen (9) am Träger (3) geführt ist. Am Zwischenträger (7) ist der Antrieb (11) für die Bewegung des Arrays parallel zur Ebene des Arrays angeordnet. Die überlagerte Bewegung des Zwischenträgers (7) und die Bewegung des Horizontalantriebes (11) wird über Stangen (12), die durch Ausnehmungen des Trägers (3) hindurch ragen, auf den Rahmen (13) übertragen, auf den das Linsenarray (2) aufgeklebt ist. Für eine verkantungsfreie Führung ist die Antriebsstange (12) selbst wieder in nicht dargestellter Weise durch Wellen mit Kugelbüchsen relativ zum Zwischenträger (7) geführt.

Die Antriebsmotoren (4,11) sind mit Inkrementalgebern als Rückmeldeelement ausgestattet, so daß sich ein exakter Regelkreis ergibt. Die Auflösung der Antrieben in x- und in z-Richtung ist so gewählt, daß sich eine Genauigkeit von 1:2000mm für die Positionierung des Linsenarrays (2) ergibt. Mit dieser

Auflösung ist eine für den Beobachter unmerkliche Nachführung des Linsenarrays (2) möglich.

Alternativ zu den Gleichstrommotoren (4,11) und einer Übertragung der Drehbewegung in die gewünschten Linearbewegungen durch Gewindespindeln und Spindelmuttern könnten für die Bewegung auch Linearantriebe vorgesehen sein.

Durch die Anordnung der gesamten Bewegungsmimik rückseitig des Monitors (1) ragt die Gesamtanordnung in lateraler Richtung nur geringfügig über die Fläche des Monitors (1) hinaus, so daß die Horizontalabmessungen der Gesamtanordnung nur geringfügig größer als die Horizontalabmessungen des Monitors (1) sind.

Für die stereoskopische Darstellung werden auf dem Monitor (1) gleichzeitig das linke und das rechte stereoskopische Teilbild dargestellt. Beispielsweise erhalten die Pixel des Monitors mit gerader Spaltenzahl (g) (siehe Figur 2) die Bildinformation des rechten Teilbildes und die Pixel mit ungerader Spaltenzahl (u) die Bildinformation des linken Teilbildes. Das dem Monitor (1) vorgeschaltete Linsenarray (2) ist bezüglich seiner Abmessungen und seiner Brechkraft so gewählt, daß das linke Auge (L) eines in der Stereozone positionierten Beobachters nur die Pixel mit ungerader Spaltenzahl (u) und das rechte Auge (R) nur die Pixel mit gerader Spaltenzahl (g) beobachtet. Diese Bedingung für das stereoskopische Sehen ist jedoch bei fester relativer Positionierung von Monitor (1) und Linsenarray (2) nur innerhalb einer sehr kleinen Stereozone erfüllt.

Damit der Beobachter bei der stereoskopischen Beobachtung eine größere Bewegungsfreiheit erhält, umfaßt das autostereoskopische System neben der anhand der Figur 1 beschriebenen Displayanordnung (19) einen neben oder auf der Displayanordnung (19) angeordneten, sogenannten head tracker (14), der mittels Infrarotlicht die Kopfposition eines Beobachters ermittelt. Bei dem sogenannten head tracker (14) kann es sich beispielsweise um den "Dyna Sight Sensor" der Firma Origin Instrument, USA, handeln. Die Ausgangssignale des head trackers (14) werden von einem Personal Computer (15) mit

11.07.98

zugeordnetem Monitor (16) ausgelesen. Durch ein entsprechendes Computerprogramm werden die Signale des head trackers in Echtzeit in die erforderliche Bewegung des Linsenarrays (2) umgesetzt. Die gemessenen Koordinaten des Beobachters im Beobachterraum werden durch entsprechende Gleichungen in die erforderliche Position des Linsenrasters umgerechnet. Die anzuwendenden Übertragungsgleichungen ergeben sich dabei aus den mechanischen Gegebenheiten des Linsenarrays, wie der Brennweite der dort vorhandene Zylinderlinsen. Die Gleichungen sind so ausgelegt, daß für jede Position des Beobachters in dem zur Verfügung stehenden Beobachtungsraum die Bedingung für eine stereoskopische Beobachtung erfüllt ist. Durch die Nachführung des Linsenarrays (2) läßt sich eine Stereozone im Beobachtungsraum realisieren, die bei einem 14"-Monitor sich in Tiefenrichtung von ca. 30cm vor dem Bildschirm bis ca. 1m vom Bildschirm entfernt und in seitlicher Richtung um  $\pm 20$ cm aus der Bildmitte erstreckt.

Nach dem Einschalten des Systems wird programmgesteuert jeweils eine automatische Initialisierung vorgenommen. Dabei werden beide Motoren (4,11) derart angesteuert, daß Endlagenschalter, die beispielsweise durch Hallgeber und Magnet gebildet sein können, angefahren werden. Nach Erreichen der Endlagenschalter werden beide Bewegungsrichtungen umgekehrt und jede Achse maximal um eine Encoderumdrehung aus der Endlage gefahren, bis der Indexpuls des Encoders erreicht wird. Nach dieser Initialisierung erfolgt dann die aktuelle Positionsbestimmung des Beobachters mittels des head trackers (14) und die Echtzeitberechnung der Übertragungsfunktionen für eine kontinuierliche Ankopplung der Bewegung des Linsenrasters an die vom head tracker (14) gelieferten Beobachterkoordinaten. Das Prinzip dieser Ankopplung ist in Figur 3 schematisch dargestellt. In der Initialisierungsstellung seien die Koordinaten eines beliebigen Hauptpunktes einer ausgewählten Linse des Linsenarrays (2) ( $x_0'$ ,  $z_0'$ ). In dieser Initialisierungsstellung befinde sich das Zentrum (P1) der Stereozone an der Koordinate ( $x_0$ ,  $z_0$ ). Ein Beobachter, dessen Mittelpunkt zwischen beiden Augen sich am Punkt (P1) befindet, beobachtet ein autostereoskopisches Bild. Befindet sich der

Beobachter am Punkt (P2), der gegenüber der Initialisierungsstelle (P1) nur in z-Richtung verschoben ist, jedoch die selbe x-Koordinate ( $x_0$ ) wie der Initialisierungspunkt aufweist, so wird der betreffende Hauptpunkt (HP) der Linse (2) ausschließlich in z-Richtung in den Punkt mit den Koordinaten ( $x_0'$ ,  $z_1'$ ) verschoben. Bei einer Bewegung des Beobachters vom Punkt (P1) zum Punkt (P2) resultiert eine Verschiebung des Linsenarrays ausschließlich in z-Richtung derart, daß die die aktuelle Beobachterposition (P1,P2) und den betreffenden Hauptpunkt (HP) der ausgewählten Linse verbindende Achse stets im selben Punkt (P) auf den Monitor (1) trifft. Bewegt sich der Beobachter vom Punkt (P2) ausschließlich in x-Richtung zum Punkt (P3) mit den Koordinaten ( $x_1$ ,  $z_1$ ), so erfolgt auch die Bewegung des Linsenrasters (2) ausschließlich in x-Richtung derart, daß der betreffende Hauptpunkt der ausgewählten Linse des Linsenarrays (2) in die Koordinaten ( $x_1'$ ,  $z_1'$ ) verfahren wird. Auch dieser Punkt mit den Koordinaten ( $x_1'$ ,  $z_1'$ ) ist dadurch definiert, daß die Achse durch den Punkt (P3) und den Hauptpunkt der ausgewählten Linse wiederum im selben Punkt (P) auf den Monitor (1) trifft.

Durch diese Entkopplung der Bewegungen in den beiden zueinander senkrechten Richtungen resultieren voneinander unabhängige proportionale Beziehungen für die Bewegung des Linsenarrays (2) in Abhängigkeit von der Position des Beobachters in x- und in z-Richtung.

In der Figur 4 sind zur Veranschaulichung der durch die Bewegung resultierenden Abbildungsbedingungen die Strahlengänge für das linke Auge (L) und das rechte Auge (R) für zwei Kopfpositionen (A, B) dargestellt, die relativ zueinander um eine Strecke ( $\Delta x$ ) in x-Richtung zueinander verschoben sind. Das durch die Hauptebene (HE) definierte Linsenarray wird beim Wechsel von der Beobachterposition (A) zur Beobachterposition (B) um eine Strecke ( $\Delta x'$ ) derart in x-Richtung verschoben, daß der Hauptpunkt (HPA) bei Beobachter in Position (A) in die Stellung (HPB) verfahren wird. In beiden Beobachtungspositionen (A, B) beobachten sowohl das linke als auch das rechte Auge jeweils den selben, für das linke und das rechte Auge

unterschiedlichen Punkt auf dem Monitor (1). Mit (f) ist die Brennebene des Zylinderlinsenarrays bezeichnet.

In der Figur 5 ist der analoge Sachverhalt für eine Bewegung des Beobachters in z-Richtung, d.h. bei einer Abstandsänderung des Beobachters dargestellt. Mit (L) und (R) sind wiederum das linke und das rechte Auge des Beobachters bezeichnet. Bei einer Bewegung des Beobachters vom Abstand (G) in eine Position mit Abstand (G') (Augenpositionen R', L') wird das wiederum durch die Hauptebene (HE) gekennzeichnete Linsenarray in die Position (HE') in z-Richtung verfahren, und zwar derart, daß wiederum das linke Auge stets den selben Punkt und das rechte Auge stets den selben Punkt auf dem Monitor beobachten. Die Ebene des Monitors ist dabei mit (g) bezeichnet. (f) und (f') bezeichnen die Brennebenen des Linsenarrays in den beiden unterschiedlichen Stellungen des Linsenarrays.

Bei der Bewegung des Linsenarrays in z-Richtung wird die erforderliche Fokusbedingung für die autostereoskopische Darstellung nicht eingehalten. Zur Veranschaulichung dieses Sachverhaltes ist in der Figur 5 mit (g') diejenige Ebene eingezeichnet, die bei Positionierung des Linsenarrays in der verstellten Hauptebene (HE') die ideale Gegenstandsebene wäre. Dadurch, daß der Monitor nicht in die Ebene (g') verschoben wird, sondern in der Ebene (g) verbleibt, tritt theoretisch eine fehlerhafte Fokussierung auf. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß in einem hinreichend großen Beobachtungsraum keine sichtbaren Unschärfen des Bildes auftreten. Die Defokussierung führt in erster Linie lediglich dazu, daß unterschiedlich große Pixelbereiche des LCD-Displays sichtbar sind.

Beim erfindungsgemäßen autostereoskopischen Display können die beiden linearen Gleichungen für die Bewegung in x- und in z-Richtung jeweils noch einen Offsetanteil aufweisen. Ein solcher Offset kann erforderlich sein, wenn für einen Beobachter in der Bildmitte eine Grundverschiebung des Linsenarrays erforderlich ist, damit das Linsenarray zur Rasterung des Monitors für eine stereoskopische Beobachtung ausgerichtet ist. Der zutreffende

11.07.95

Offset in z-Richtung ist dann gegeben, wenn für einen Beobachter in der Bildmitte das sichtbare Stereofenster gerade mit der Bildschirmbreite zusammenfällt. Für die Einstellung der Offsetwerte sowohl für die x- als auch für die z-Richtung kann in der Steuerungssoftware eine einfache Verstellmöglichkeiten mit Hilfe der Cursortasten realisiert sein. Dazu wird bei abgekoppelten head tracker mit Hilfe der Tastatur des PCs, beispielsweise mit Hilfe der Cursortasten, direkt die Motorsteuerungen angesteuert. Das Array wird dadurch manuell so verstellt, bis die Grundjustierung des Linsenarrays relativ zum Monitor erreicht ist. Nachfolgend werden die aufgefundenen Offsetwerte auf der Festplatte des PC abgespeichert und bei einem späteren Neueinschalten des Systems ausgelesen und die zu den Offsetwerten zugehörige Grundstellung angefahren.

1.107.95

Schutzansprüche:

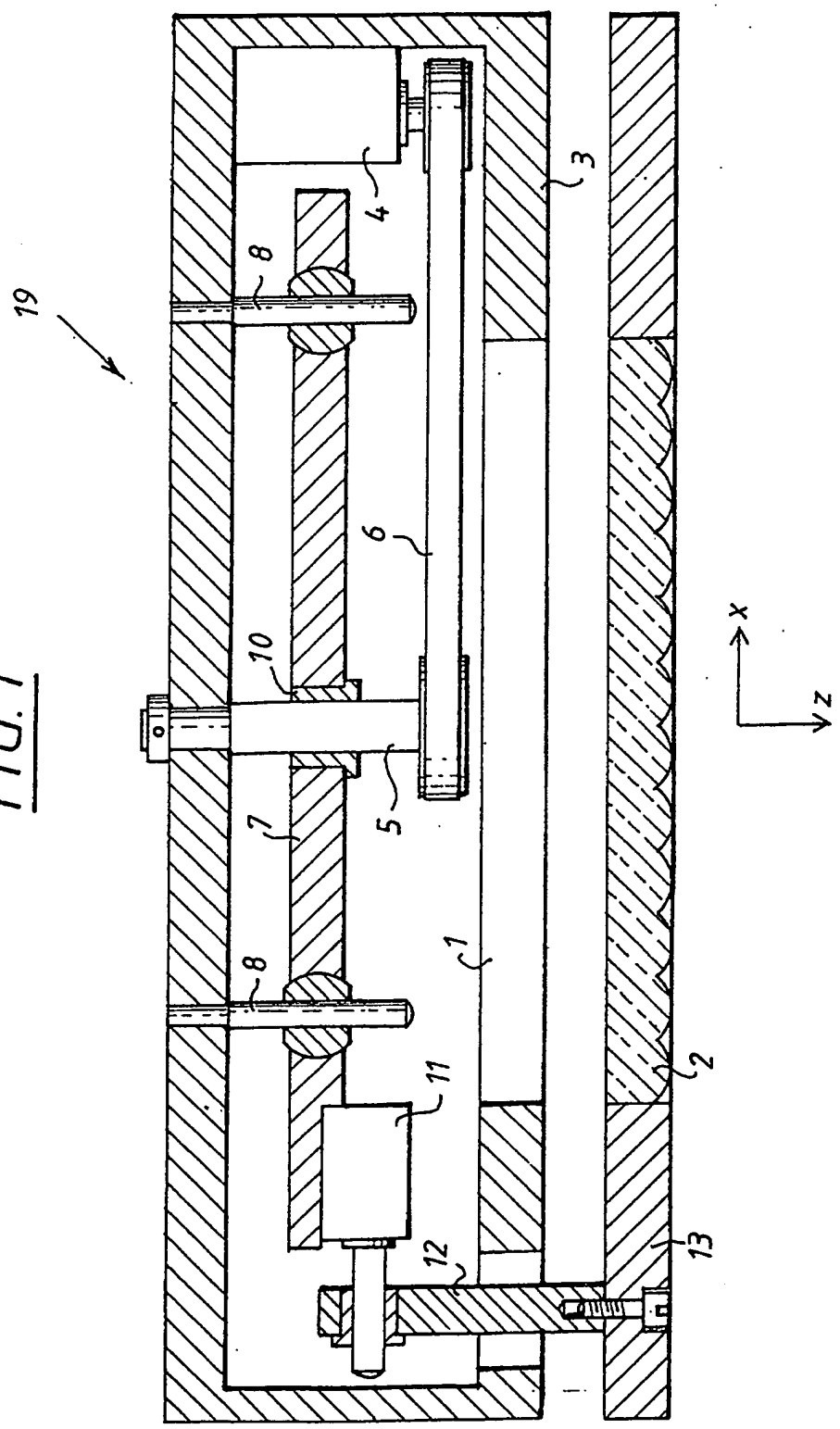
1. Autostereoskopisches Display mit einem Monitor (1), einem dem Monitor (1) vorgeschalteten Array (2) zylindrischer Strukturen, und einer Einrichtung (14, 15, 18, 17, 4, 11) zur Nachführung des Arrays (2) im Falle einer Bewegung des Beobachterkopfes derart, daß bei einer Bewegung des Beobachterkopfes parallel zur Ebene des Arrays (2) eine reine Parallelverschiebung des Arrays in der Ebene des Arrays erfolgt und daß bei einer Bewegung des Beobachters senkrecht zur Ebene des Arrays (2) eine reine Bewegung des Arrays (2) senkrecht zur Ebene des Arrays (2) erfolgt.
2. Autostereoskopisches Display nach Anspruch 1, wobei die Bewegung des Arrays (2) derart erfolgt, daß bei einer Bewegung des Beobachterkopfes die durch die Kopfposition und einen Hauptpunkt (HP) jeder Linse definierte Achse den Monitor (1) in einem festen Punkt (P) schneidet.
3. Autostereoskopisches Display nach Anspruch 1 oder 2, wobei für die Bewegung des Arrays (2) eine Computersteuerung (15) vorgesehen ist.
4. Autostereoskopisches Display nach Anspruch 3, wobei durch die Computersteuerung (15) beim Einschalten des Displays eine Initialisierung derart erfolgt, daß das Array (2) stets in der selben Ausgangsstellung relativ zum Monitor (1) positioniert ist und anschließend das Array (2) entsprechend der aktuellen Kopfposition des Beobachters nachgeführt wird.
5. Autostereoskopisches Display nach einem der Ansprüche 1-4, wobei für die Nachführung des Arrays (2) eine Mechanik auf der vom Array (2) abgewandten Seite des Monitors (1) vorgesehen ist.
6. Autostereoskopisches Display nach Anspruch 5, wobei ein Gestänge (12) zur Übertragung der Bewegung der Antriebe (4, 11) auf das Display (2) vorgesehen ist.

11.07.95

7. Autostereoskopisches Display nach einem der Ansprüche 1-6, wobei für die Nachführung des Arrays (2) Motoren (4, 11) mit Positionsrückmelder vorgesehen sind.

1107 98

FIG. 1



110795

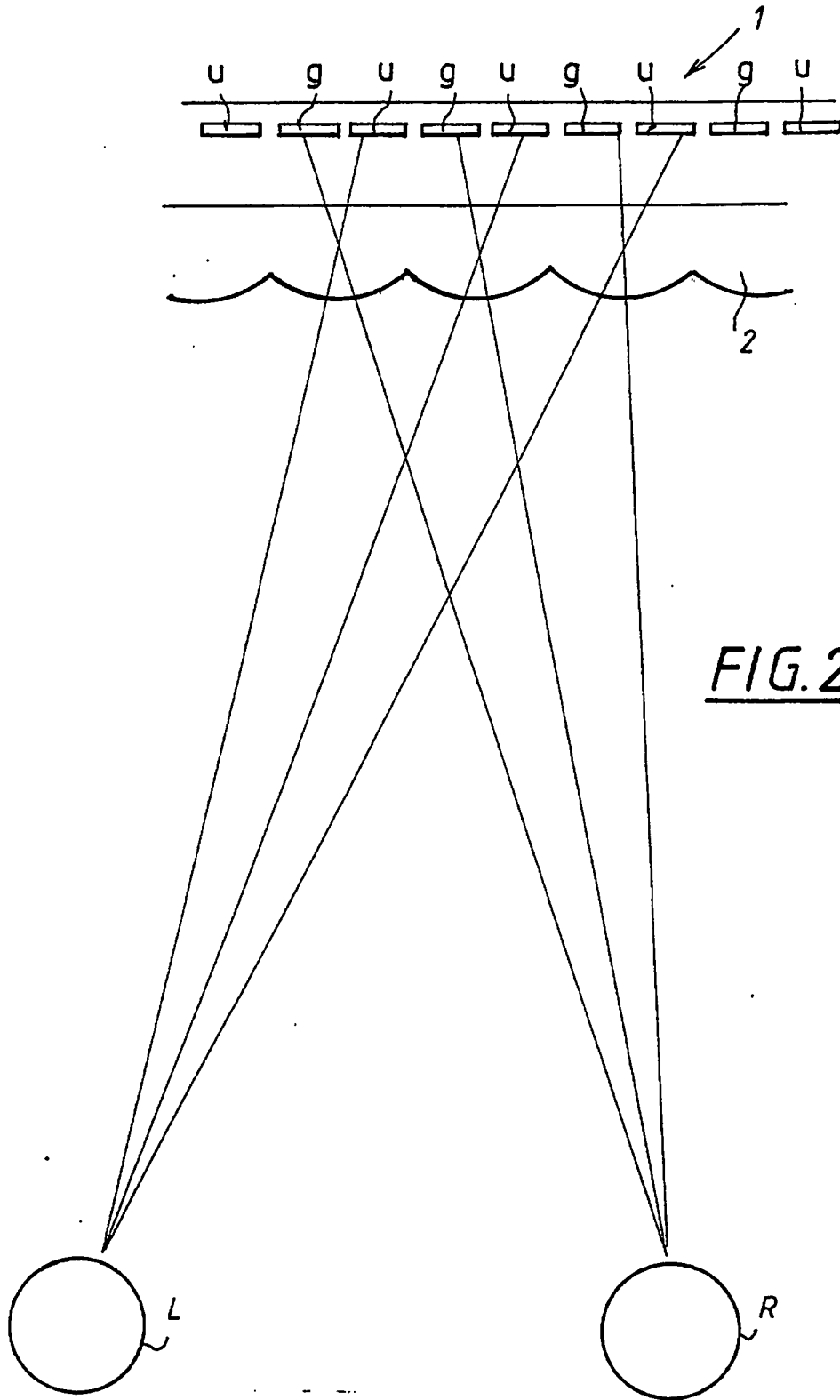


FIG. 2

11.07.98

FIG. 3

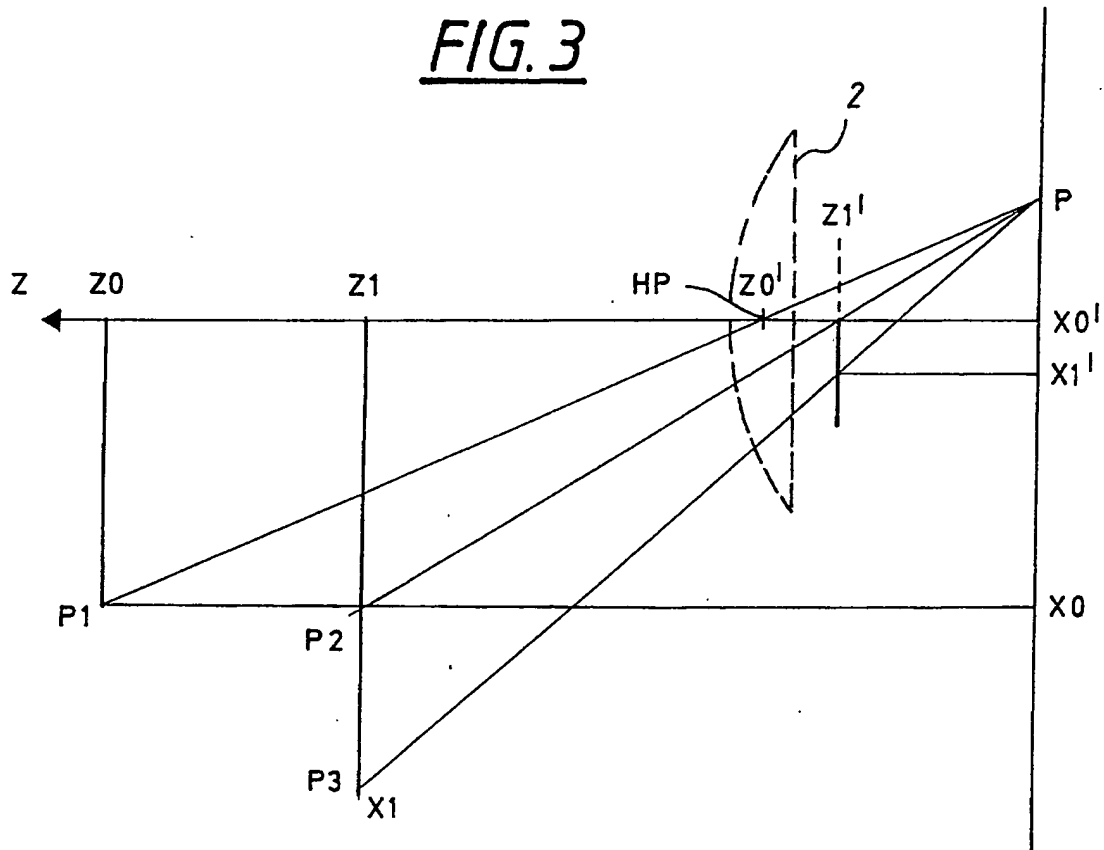
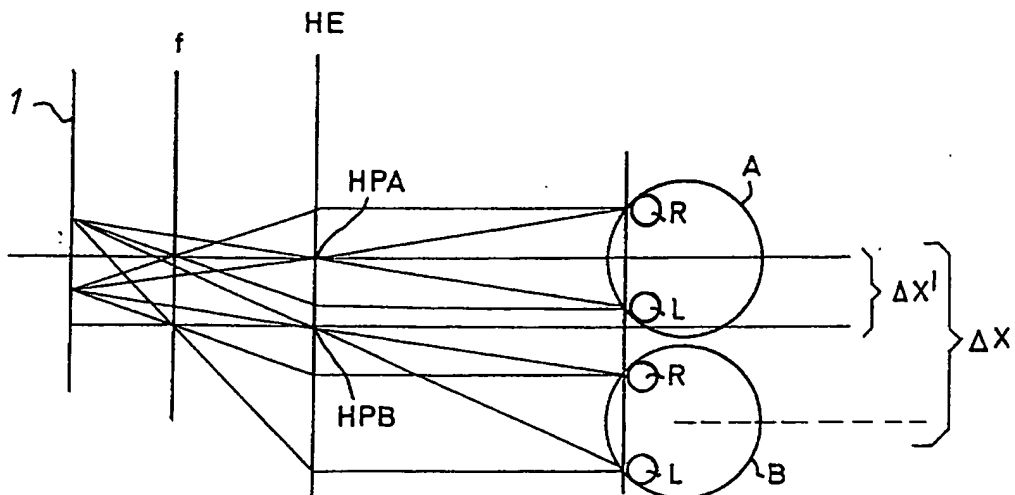
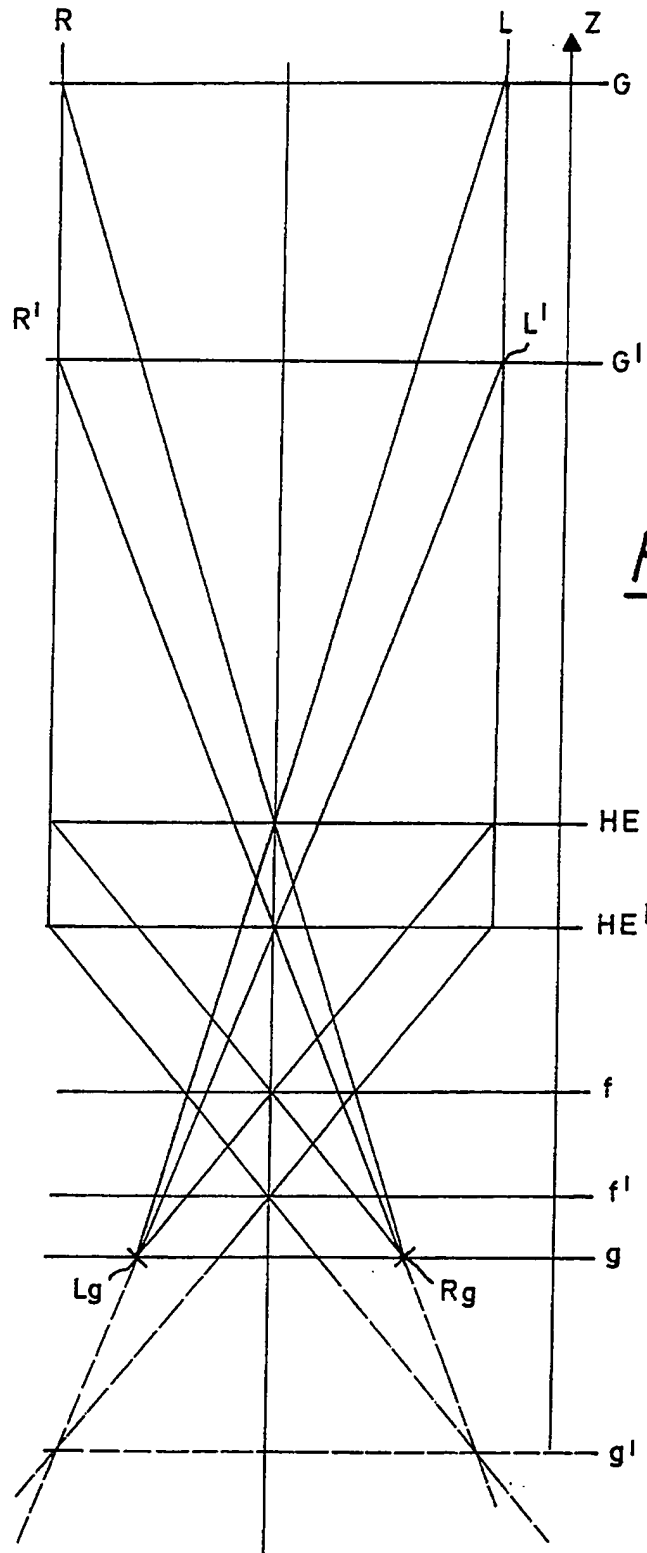


FIG. 4



11-07-96



11.07.98

FIG. 6

